

Recibido: 15 de Enero 2015. Aceptado: 17 de Febrero de 2015

Una metodología para el estudio de las ideas previas sobre química a través del análisis de expresiones gráficas

Resumen

Se examinaron las respuestas gráficas de hombres y mujeres jóvenes, de 17 años en promedio, inscritos en cursos de nivelación en ciencias. Se encontró que predominan en toda la población alusiones a material de laboratorio y a experimentos. La categoría denominada Iconos/Iconemas (representaciones de sensaciones o sentimientos, o figuras geométricas aisladas) aparece con frecuencia en la población de 17 años. Los análisis muestran que el porcentaje de población que incluye el cuerpo humano en sus expresiones nunca es superior al 30%. Cuando aparecen figuras humanas sus escenarios dejan ver que son experimentadores, no se muestra el cuerpo humano como parte del estudio químico. Al indagar sobre la orientación vocacional, se encontró que los hombres prefieren carreras científicas y las mujeres optan por programas del área de la salud. El artículo concluye que es posible indagar y analizar la percepción esencial sobre el área de la química gracias al estudio de expresiones gráficas y considerar correspondencias entre edad, sexo y orientación vocacional. Esta información es útil tanto para planear y orientar las actividades de aula, como para inquirir paradigmas y concepciones, y establecer el grado de abstracción y el conocimiento de los estudiantes sobre el alcance y la aplicabilidad de la química.

Palabras clave: paradigmas, expresiones gráficas, ideas previas.

A methodology to the study of preconceptions about chemistry through the analysis of graphics expressions

Abstract

Graphic answers about meaning of chemistry were examined in men and women (around 17 years old) enrolled in remedial courses in sciences areas. Representations of laboratory material and chemical experiments predominated. The icons category (representations of sensations and feelings or isolated geometric figures) appears frequently in population around 17 years old. The analysis shows the percentage of population that includes the human body in their representation is never upper than 30%; when human representations were done, seems they are experimentalists; the human body is not part of the chemical study. By vocational orientation examination, predominance for men in scientific careers and women in health areas were found. The research concludes is possible enquire the essential perception about the chemistry by analyzing of graphic expressions and considering correlations between age, sex and vocational orientation. This information is useful to planning and orienting the classroom activities. In addition, it is possible to investigate paradigms and preconceptions and to establish the abstraction level and the knowledge about scope and applicability of the chemistry.

Keywords: Paradigms, graphics expressions, preconceptions.

Uma metodologia para o estudo das idéias preconcebidas sobre a química através do analises de expressões gráficas

Resumo

Na esta pesquisa, examinaram as repostas gráficas de homens e mulheres jovens, de 17 anos na media, inscritos nas disciplinas de nivelção em ciências. A majoritária das repostas, com na população pesquisada, são referências ao material do laboratório e experimentos. A categoria denominada Ícones (representações de sensações ou sentimentos, ou figuras geométricas isoladas) aparece com frequência na população de 17 anos. Os analises apresentam que a percentagem da população que usa as expressões corporais nunca é maior que 30%. Quando aparecem figuras humanas, os seus cenários mostram que são experimentadores; o corpo humano não faz parte do estudo químico. Al perguntar sobre a orientação vocacional, encontrou se que os homens preferem carreiras científicas e as mulheres escolhem os programas da área da saúde. O artigo conclui que é possível indagar e analisar a percepção essencial sobre a química com a ajuda do estudo de expressões gráficas e encontrar correlações entre a idade, o sexo e a orientação vocacional. Esta informação é útil tanto para planear e orientar as atividades da aula quanto para inquirir paradigmas e concepções, e estabelecer o grau de abstração e o conhecimento dos estudantes sobre o alcance e a aplicabilidade da química.

Palavras-chave: paradigmas, expressões gráficas, idéias preconcebidas.

Introducción

La comunicación entre el profesorado y el alumnado de ciencias naturales enfrenta una serie de dificultades como aquella asociada a la brecha que se produce entre el lenguaje cotidiano (en sus aspectos sintácticos y semánticos) y el lenguaje científico. Dichos obstáculos conducen a desencuentros y sinsentidos en la clase. La problemática del contexto en el lenguaje es un importante tema de investigación ya que evidencia la fractura entre lo denominado ciencia erudita y ciencia escolar. El lenguaje, por ser instrumento de expresión de ambas ciencias, exhibe semejanzas y diferencias al ser usado de una u otra manera; además se producen deformaciones en la transición de una ciencia hacia la otra (1,2). La comparación entre el conocimiento construido y el conocimiento científico para establecer las dificultades de los alumnos en relación con la práctica docente, ha sido abordada en estudios recientes considerando los contenidos específicos de alguna asignatura (3). Además, otra dificultad importante que impide que se produzcan aprendizajes significativos tiene que ver con las grandes diferencias entre las diversas representaciones idiosincrásicas que construyen los alumnos acerca del mundo natural y las correspondientes representaciones científicas. Se puede afirmar entonces, que la diferencia entre los modelos mentales involucrados en uno y otro extremo de la comunicación, entre expertos y novatos, involucra tanto aspectos lingüísticos –semánticos y sintácticos– como representacionales (4).

Según Galagovsky *et al* (5), los dibujos son la parte gráfica que representa, en forma simplificada y concreta, algunos conceptos abstractos y sumamente complejos de cualquier modelo científico que, extrapolado con el “qué, cómo y de qué manera dibujan las personas lo que entienden o piensan sobre las ciencias”, se convierte en un método fundamental de evaluar diferentes parámetros, desde lo simple y concreto (desarrollo del concepto de química desde la concepción primaria), hasta elementos o ideas en niveles superiores, incluyendo lo abstracto y más complejo.

El estudio de las representaciones gráficas es bien conocido en indagaciones del tipo: “El dibujo de un científico” (6,7). En estos análisis se plantean indicadores y la correlación entre su uso y la evolución de los estándares, la edad, la situación socioeconómica, sexo y rasgos culturales particulares, entre otros. También son de interés los análisis de las imágenes en los libros de ciencia de la escuela (8,9) y las que aparecen en artículos de prensa o de divulgación de ciencia y tecnología. Así como las imágenes visuales de los textos tienen convenios específicos en su construcción (10,11), las expresiones gráficas de las personas embeben ciertas convenciones que permiten reconfigurar su contenido semántico.

La noción conceptual de lo que es y abarca el área de la química es en principio entendida como una construcción académica dentro de la labor docente-estudiante; esta construcción se basa fundamentalmente en el trabajo de aula, pero no desconoce el bagaje cultural y social relacionado con esta disciplina. La continua evolución de las ideas debe evaluarse considerando los parámetros dentro de los cuales el individuo se desarrolla, lo cual está relacionado con su identidad (rol de género –socialmente influenciado–, edad en la que se encuentra, sociedad a la cual pertenece, influencia cultural, etc.) (12). Las indagaciones sobre temas específicos de química antes del trabajo de aula pueden establecer y analizar las evocaciones de los jóvenes a través del análisis de representaciones sociales que aparecen en la intersección entre la ciencia y el sentido común; estas representaciones pueden concebirse como una forma de entender “cómo el conocimiento producido en el ambiente académico pasa a formar parte del sentido común de la gente” (13). Las diferencias entre el conocimiento construido por los jóvenes y el conocimiento científico se deben también a las representaciones sociales particulares de los docentes que han tenido los individuos (14) y del léxico conocido y comprendido; en general, como los procesos de

enseñanza y aprendizaje son fenómenos sociales, en la elaboración y expresión del conocimiento van a confluir tanto elementos y aspectos personales como sociales (15).

La consideración de las ideas previas es un tema abordado desde hace tres décadas, al menos, y se ha discutido tanto su valor como punto de partida para el desarrollo de nuevos temas, como las desventajas que estas ideas erróneas puedan generar en el proceso enseñanza-aprendizaje. La investigación sobre el origen, persistencia y modificación de las concepciones de los alumnos tiene objetivos como la propuesta de estrategias de aula para generar aprendizaje significativo (16). Las ideas expresadas sobre los diversos temas de un área como la química son comúnmente diferentes a las aceptadas por los profesionales de la química y la gran variedad de concepciones alternativas se pueden manifestar en las discusiones de aula y durante la resolución de problemas (17). Las ideas espontáneas son construcciones personales sobre las que se han identificado semejanzas en estudiantes de diferentes países y sistemas educativos (18,19).

En principio se puede exaltar lo complejo que resulta el desarrollo conceptual comprometido en la respuesta a la pregunta ¿Qué es la química? Dar la respuesta es un proceso más complejo aún si se tiene en cuenta que la población que se examina da sus opiniones de acuerdo con los parámetros establecidos por los diversos elementos de su identidad; la respuesta puede ser una construcción individual que se logra de manera intuitiva y perceptiva. Además, la población de interés podría estar en edades en las cuales las habilidades de expresión escrita no están maduras. Esta situación lleva a plantearse sobre formas eficientes de evaluar y estudiar las respuestas considerando las influencias que pesan sobre ellas.

Materiales y métodos

La población escogida para hacer la prueba y establecer la metodología fue un grupo de estudiantes de secundaria de escuelas públicas y privadas, inscritos en cursos libres de ciencias y de matemáticas básicas. Su inscripción en dichos cursos busca reforzar sus conocimientos antes de presentar el examen de admisión a las universidades públicas del país. Dado su carácter exploratorio, este estudio se llevó a cabo solo con este grupo de 110 jóvenes de modo que aún no es estadísticamente representativo.

La prueba se aplicó el primer día de clases antes de realizar actividades relacionadas con el área de química, consistió en completar un formato donde se hacía énfasis en la siguiente leyenda: “Dibuje, dentro del cuadro, lo que significa para usted la palabra **QUÍMICA**. Tiempo disponible: 3 minutos.” Se les solicitaba relacionar su nombre, edad, sexo y orientación profesional (carrera a seguir).

Luego de obtener los resultados, estos se analizaron y se organizaron de acuerdo a las categorías relacionadas a continuación; después de cada categoría, se exponen ejemplos de cada una:

- **Naturaleza:** Conjunto, orden y disposición de todo lo que compone el universo (20) Además de lo que puede resultar bastante intuitivo como conjuntos de estos elementos (árboles, montañas, nubes, ríos, etc.), se incluyen elementos aislados de estos; de acuerdo con la definición de la Real Academia Española, que se toma como referencia para esta categoría, se consideran también otras construcciones relacionadas con el universo, como los planetas (ver Figura 1).
- **Lenguaje químico:** En esta categoría se incluyen modelos de representación atómica, fórmulas químicas y ecuaciones químicas; además de representaciones alusivas a tablas periódicas y elementos (ver Figura 2).



Figura 1. Ejemplos de representaciones de la categoría naturaleza.

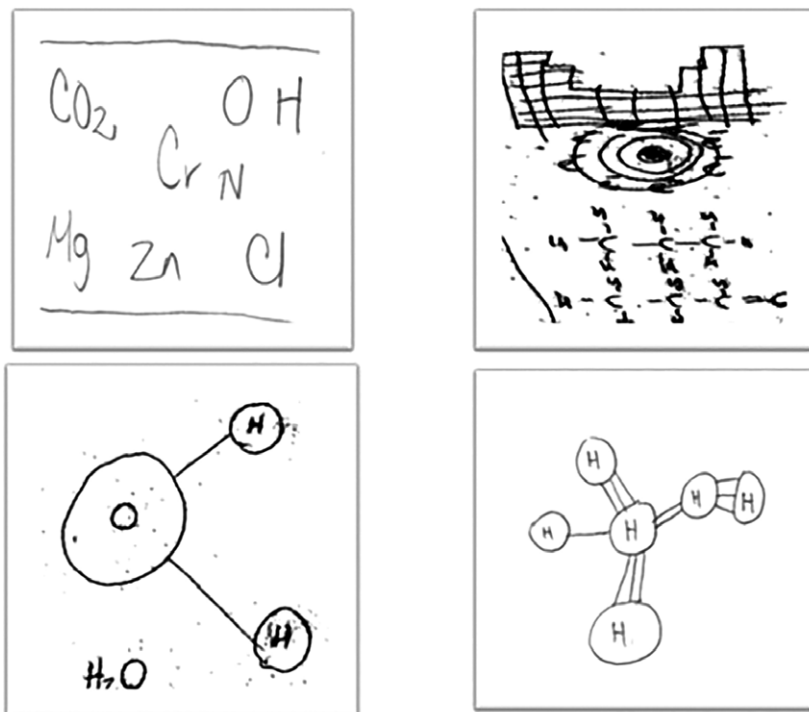


Figura 2. Ejemplos de representaciones de la categoría lenguaje químico.



Figura 3. Ejemplos de representaciones de la categoría cuerpo humano

- **Cuerpo Humano:** Se consideran construcciones complejas o parciales del cuerpo humano, esto es, se incluyen dentro de esta categoría representaciones del cuerpo completo y partes de este como ojos, brazos y manos. También se incluyen otras

construcciones que hacen alusión a todas las consideraciones anteriores (ver Figura 3).

- **Construcciones Ingenieriles:** En esta categoría se incluyen los elementos que indican el uso de recursos opuestos a lo natural.

Se tiene en cuenta la elaboración de elementos con conjuntos de figuras geométricas bien definidas como cuadrados, rectángulos, triángulos y círculos. En esta categoría hay: edificios, casas, vehículos, mesas, y otro tipo de elementos de desarrollo humano (ver Figura 4).

- **Material de laboratorio:** En esta categoría se incluye todo tipo de material utilizado en el laboratorio y dibujos alusivos a experimentos (ver Figura 5).

- **Íconos/Iconemas:** Se incluyen todas aquellas representaciones que definen una sensación o sentimiento; por ejemplo, caras felices, caras tristes, corazones, estrellas (no ubicadas en el contexto del universo), etc.; aquellas figuras geométricas aisladas no ubicadas en el contexto del dibujo principal, por ejemplo, círculos, cuadrados, triángulos, gotas, etc.; se hace referencia en esta categoría, además, a expresiones escritas y flechas (ver Figura 6).

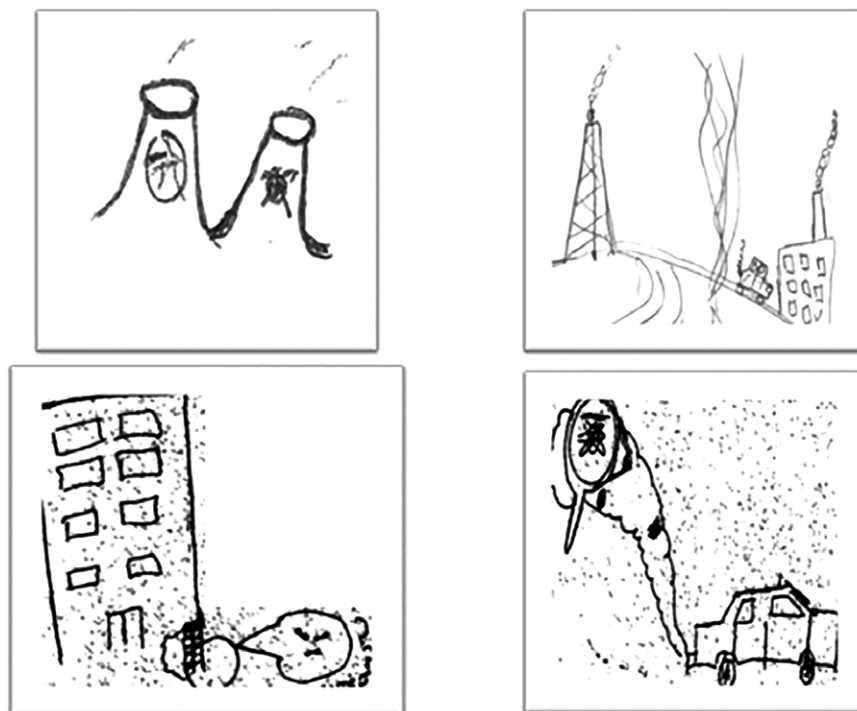


Figura 4. Ejemplos de representaciones de la categoría construcciones ingenieriles

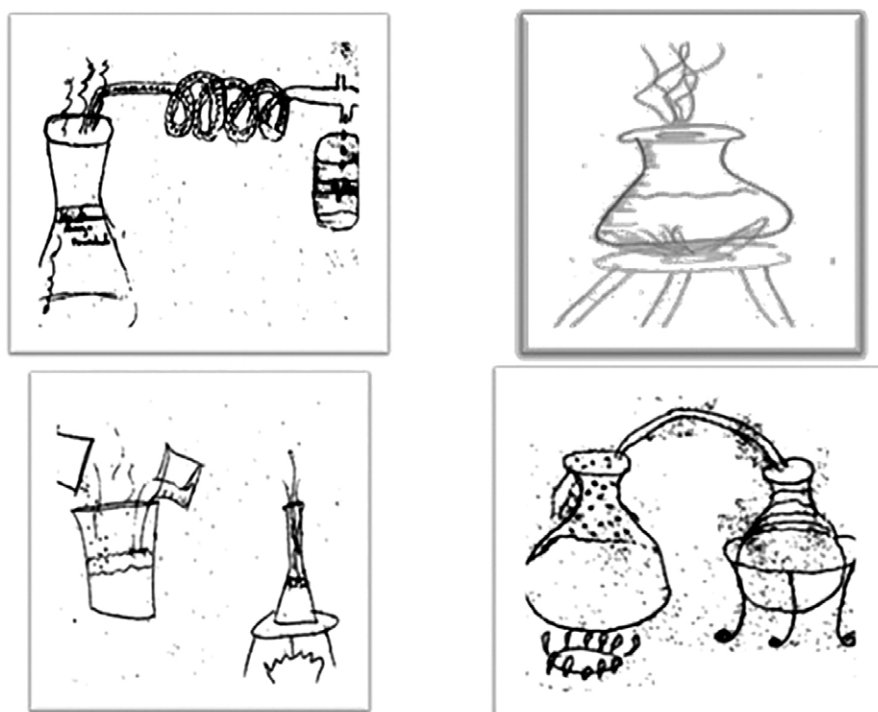


Figura 5. Ejemplos de representaciones de la categoría material de laboratorio

Las imágenes podían ser clasificadas en una o varias categorías, según la cantidad de información contenida.

Validez estadística de los resultados

Se realizó un análisis factorial múltiple; este es un método de análisis descriptivo multivariante para variables de tipo dicotómico y categórico (nominal u ordinal). El análisis se realizó empleando el Paquete Estadístico R[®] (versión 3.1.3 –Smooth Sidewalk). Se usó el programa Excel[®] para la visualización de los resultados. El análisis factorial múltiple arroja el círculo de correlaciones de las variables.

Para verificar las anteriores relaciones se hizo uso de la prueba Chi-cuadrado, la cual plantea como hipótesis nula que las variables son independientes, es decir, que no están correlacionadas.

La prueba arroja un valor que es usado para determinar si se rechaza o no la hipótesis nula de independencia entre las variables. Se usó un nivel de significancia del 5% ($\alpha=0,05$). Cuando el valor (denominado P) es menor a 0,05, se rechaza la hipótesis nula.

Resultados y discusión

Generalidades obtenidas en las categorías

La Tabla 1 muestra la organización dada a las categorías. La numeración no refiere jerarquía. La Figura 7 muestra el porcentaje de población que manifestó en sus expresiones gráficas, elementos de cada una de las categorías. Los números del 1 al 6 en esta gráfica se refieren a las categorías de la Tabla 1.

Se encontró que gran parte de la población encuestada usa la representación de “Material de Laboratorio” para expresar lo que es química; esto sugiere que para la mayoría esta ciencia está relacionada principalmente con lo que se desarrolla en los laboratorios. La categoría “Lenguaje Químico” es importante en la medida que muestra que los jóvenes tienen presente que esta ciencia maneja un lenguaje particular y propio; de acuerdo con el análisis estadístico aplicado se encuentra además que los estudiantes que relacionan las muestras gráficas de “Material de Laboratorio” lo hacen de manera conjunta con “Lenguaje Químico”. Es notable

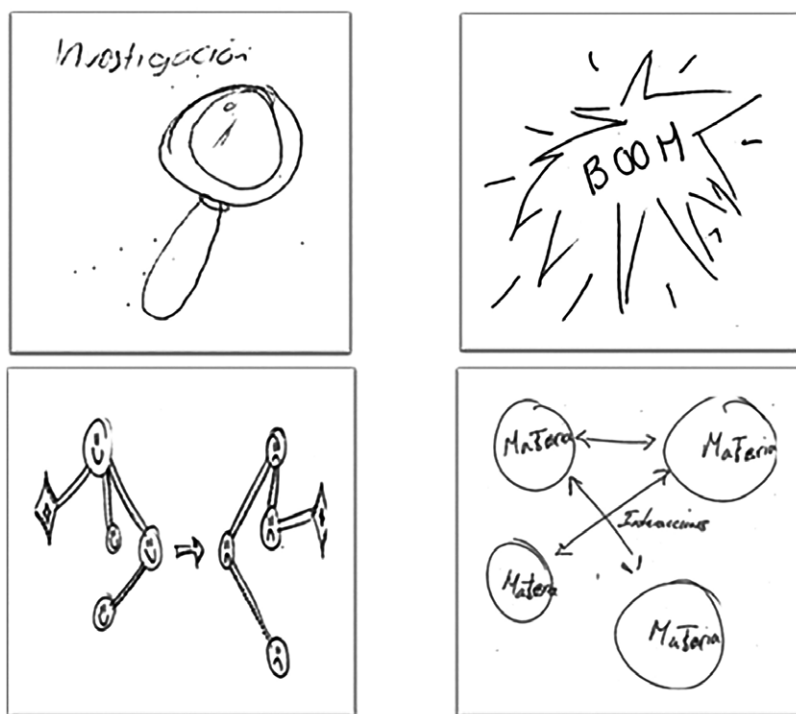


Figura 6. Ejemplos de representaciones de la categoría íconos/iconemas

Tabla 1. Nombre de las categorías de acuerdo con el número de correspondencia.

Categoría	Nombre
1	Naturaleza
2	Lenguaje químico
3	Cuerpo Humano
4	Construcciones Ingenieriles
5	Material de laboratorio
6	Iconemas e iconos

la baja referencia a la categoría “Naturaleza”, esto puede estar relacionado con la exclusión de las correlaciones entre la química y el entorno que usualmente se hacen al aplicar metodologías de enseñanza tradicionales, sin el uso de salidas de campo o ejercicios de contexto, entre otros. La categoría “Cuerpo Humano” es la más baja, lo que muestra que el ser humano también está excluido de la consideración del área de la química. La Figura 8 muestra algunos ejemplos de expresiones gráficas que incluyeron personas. Nótese que las personas son, en la mayoría de los casos, experimentadores y no están presentes como parte de la acción de la disciplina. Son individuos analizando un entorno lejano encasillado en los laboratorios. Al parecer, el científico conocedor no tiene relación con la naturaleza, con la sociedad o con él mismo. Según los indicadores manejados por otros estudios (6), los dos ejemplos que se muestran en la Figura 8 incluyen varios de los elementos encontrados en las repre-

sentaciones más elaboradas de un científico (blusa de laboratorio, gafas, cabello despeinado, símbolos de investigación y expresiones relevantes).

La Figura 9 relaciona la preponderancia de las categorías en relación a la edad para esta muestra. Los números del 1 al 6 en esta gráfica se refieren a las categorías de la Tabla 1. Es notable que la categoría 1 “Naturaleza”, pierde importancia a medida que aumenta la Edad. La representación de cuerpo humano es baja en todas las edades.

Al observar los resultados de las categorías 2 y 6 (“Lenguaje Químico” e “Iconos/Iconemas” respectivamente), según las edades, se pueden plantear algunas asociaciones de estos tipos de representaciones con la capacidad de abstracción y la percepción del mundo desde lo sensorial y difícilmente descriptible; esto es, a mayor grado de complejidad en el desarrollo del área, se plantea un mayor uso de diferentes recursos. En otro estudio (21) se mencionan problemas encontrados en la diferenciación

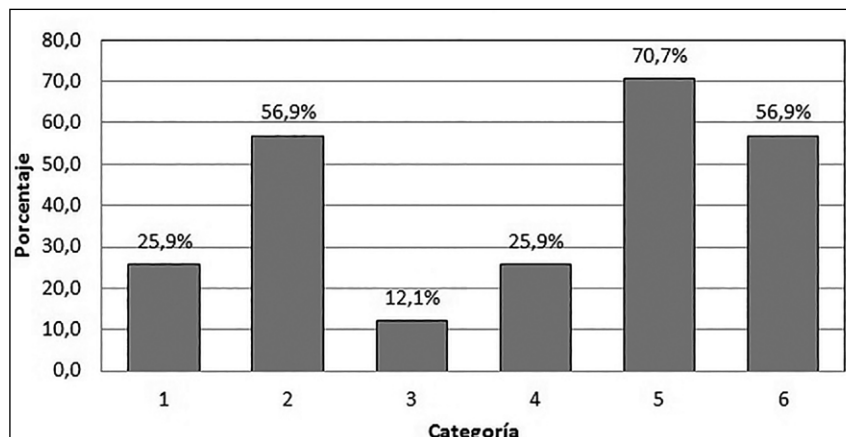


Figura 7. Porcentaje de jóvenes con expresiones en cada categoría de la Tabla 1.



Figura 8. Ejemplos de expresiones gráficas con personas (Categoría 3).

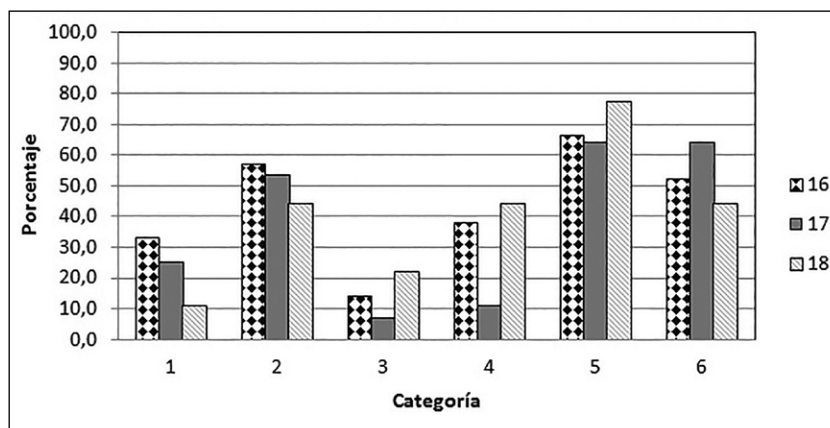


Figura 9. Porcentaje por categoría de la Tabla 1 con relación a las edades de estudio consideradas en la muestra.

de hechos observables e inferencias, en la identificación de argumentos significativos y en la elaboración de argumentos coherentes. También se encuentran graves dificultades en el manejo de la terminología científica porque muchas veces no se distingue entre los términos de uso científico y los de uso común y se utilizan palabras propias del lenguaje coloquial. La complejidad que representa la apropiación del léxico de la química hace que los jóvenes, al sentir inseguridad sobre su capacidad de razonar, expresen mejor sus sensaciones o sus ideas pseudo-estructuradas, haciendo uso frecuente de lo que recuerdan de un lenguaje que no terminan de comprender. Se observa en el presente trabajo que cuanto más complejo se percibe el conocimiento de la disciplina o área del conocimiento, más compleja es la respuesta sensorial del estudiante con la que se trata de describir la química. Se encuentran entonces, con mucha frecuencia, no solo nociones sobre el lenguaje de la química sin

precisión, sino también las representaciones de lo que se siente cuando se piensa en ella.

Al comparar la predominancia de las categorías, separando la población según el género (hombre o mujer) para este estudio (Figura 10, los números del 1 al 6 en esta gráfica se refieren a las categorías de la Tabla 1), no se observan diferencias notables. Se nota que algunas mujeres recurren a elementos de la “Naturaleza”, al uso del “Lenguaje Químico” y al “Material de Laboratorio” y es menos frecuente la utilización de “Iconos/Iconemas”, sin que se puedan establecer diferencias significativas con respecto a los hombres, debido al tamaño de la muestra.

Cuando se analiza la Orientación Vocacional (Tabla 2 y Figura 11) se distinguen dos tendencias interesantes: los hombres tienen marcada preferencia por las ingenierías y afines, y las mujeres se identifican más con profesiones del área de la salud (nutrición, enfermería, odontología)

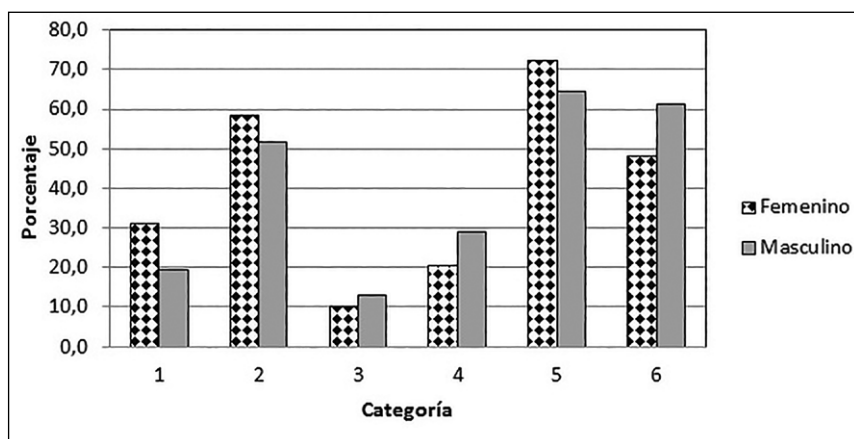


Figura 10. Porcentaje en cada categoría de la Tabla 1, con relación al Género.

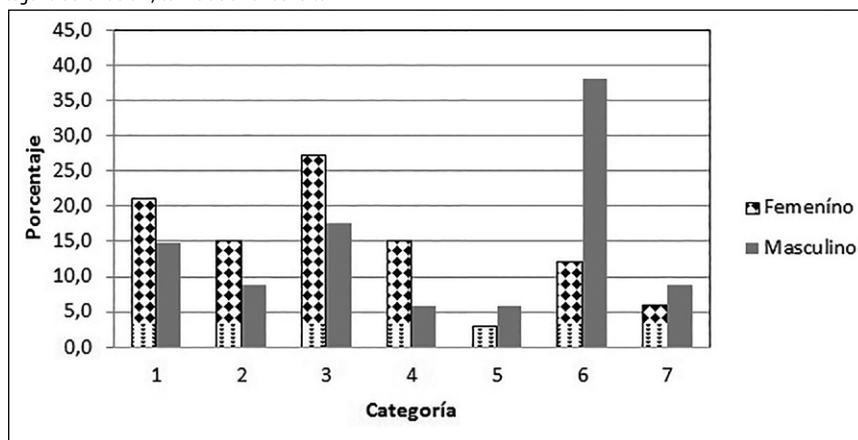


Figura 11. Porcentaje del número de resultados por Orientación Vocacional en relación al Género, en cada categoría de la Tabla 1.

Tabla 2. Orientación vocacional de acuerdo con el número de correspondencia.

Categoría	Nombre
1	Áreas Administrativas
2	Artes
3	Ciencias de la Salud
4	Ciencias Humanas
5	Ciencias
6	Ingeniería y afines
7	No Saben

e incluso, con ciencias sociales, artes y con áreas relacionadas con administración. Esto corrobora la existencia de una tendencia mas o menos definida debida al rol social aprendido y, seguramente, por otros factores influyentes como los medios de comunicación, los arquetipos de comportamiento y acción, etc. Lo anterior, ha sido reportado en otros estudios (22) y ha sido discutido a profundidad en los estudios sociales de la ciencia (23).

El área de las ciencias no es elegida en gran porcentaje, lo que muestra que si estos estudiantes se encuentran en cursos nivelatorios de ciencias y matemáticas, lo hacen por necesidad y no porque tengan un especial gusto o curiosidad por su estudio. Cierta porcentaje no se ha definido aún por alguna carrera en particular.

La utilidad del círculo de correlaciones (Figura 12) es que permite observar la dirección y la proximidad entre las variables, así se obtiene una idea de lo que está midiendo cada una, y a su vez se tiene una idea de cuales variables están correlacionadas entre sí. Se observa que la variable Género al encontrarse en el centro del gráfico es poco representativa

para el estudio; no está correlacionada con las otras variables, es decir, no se pueden hacer conclusiones sobre el Género y el resto de variables. El círculo de correlaciones indica que no hay una relación entre el Género y la categoría, por ejemplo, “*elementos de la naturaleza*”, es decir, las mujeres no recurren a los elementos de la naturaleza con mayor frecuencia que los hombres. La Tabla 3 muestra algunas correlaciones relevantes de acuerdo con el círculo.

En el círculo se observa que las variables Edad y “*Construcciones Ingenieriles*” están correlacionadas por la proximidad que hay entre ellas y porque apuntan en la misma dirección. En este caso se pueden inferir correlaciones a partir del gráfico de frecuencias, ya que hay suficiente evidencia estadística que soporta la relación entre estas variables. Puede deducirse que a medida que aumenta la Edad en esta muestra, la percepción que las personas tienen de la química a través de elementos de la categoría “*Construcciones Ingenieriles*” disminuye.

Las variables “*Material de Laboratorio*” y “*Lenguaje Químico*” parecen estar correlacionadas, esto puede deberse a que son conceptos que

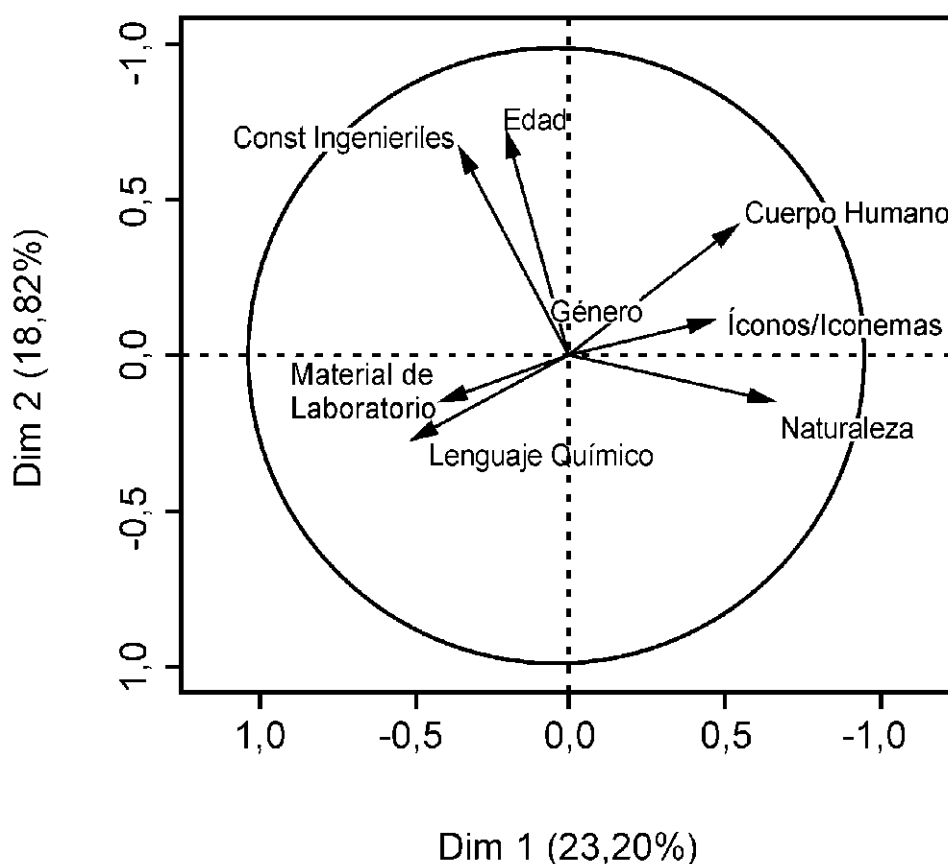


Figura 12. Círculo de correlaciones entre las variables de estudio.

Tabla 3. Prueba Chi- cuadrado para las correlaciones más relevantes de acuerdo con el círculo de correlación.

Hipótesis nula: Las variables son independientes			
Variables		P-valor	alfa=0.05
Laboratorio	Lenguaje Químico	0,0341	Se rechaza la hipótesis nula
Edad	Construcciones Ingenieriles	0,028	Se rechaza la hipótesis nula
Naturaleza	Iconos/Iconemas	0,5805	No se rechaza la hipótesis nula

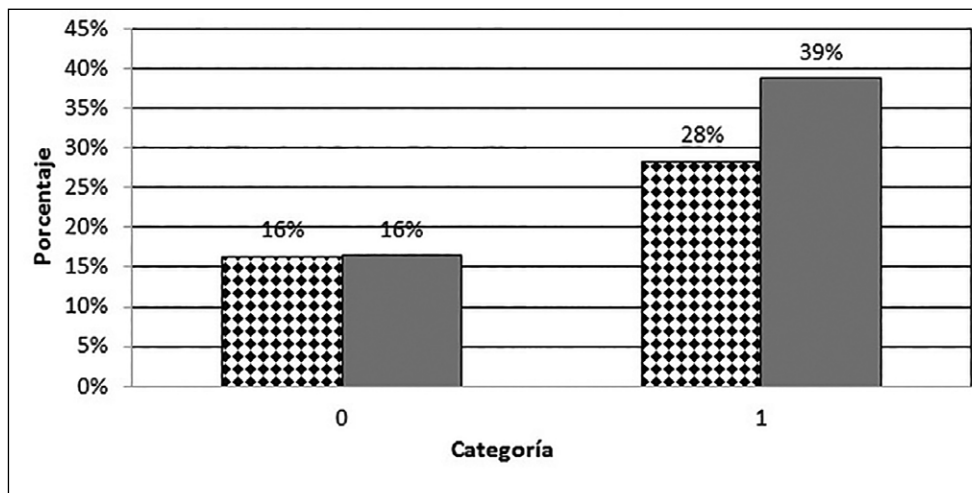


Figura 13. Relación entre la frecuencia de aparición de “Material de Laboratorio” y “Lenguaje químico”.

se asocian fácilmente. En la Figura 13 se evidencia que los jóvenes que representan la química a través de elementos de laboratorio también emplean elementos asociados al lenguaje químico.

Las variables “Cuerpo Humano”, “Iconos/Iconemas” y “Naturaleza” no están correlacionadas en el círculo, además no apuntan en la misma dirección, de modo que se puede suponer que estas variables pueden estar midiendo percepciones diferentes no asociadas entre sí.

Para las variables “Laboratorio” y “Lenguaje Químico” se rechazó la hipótesis nula, es decir, que definitivamente las personas de la muestra de trabajo que asocian la química con elementos de laboratorio, también la relacionan con fórmulas.

Al realizar todas las posibles pruebas se encontró que “Naturaleza”, “Personas” e “Iconos/Iconemas” no se relacionan entre sí, ni con ninguna de las demás variables. Por ejemplo, se observa que entre “Naturaleza” e “Iconos/Iconemas” las personas que no dibujan elementos correspondientes a la categoría “Naturaleza” tienen casi la misma proporción de dibujar o no dibujar “Iconos/Iconemas”, al igual que las personas que dibujan elementos representativos de esta.

En cuanto a las categorías de “Material de Laboratorio” y “Lenguaje Químico” se encontró que no hay una correlación con la variable de Edad, así como tampoco se encuentra en ninguna otra categoría, exceptuando la de “Construcciones Ingenieriles”.

Conclusiones

La química es, para los jóvenes de este estudio, una disciplina alejada de sus contextos urbanos, que poco se relaciona con sus espacios cotidianos (donde normalmente se desarrolla el individuo y se conecta con el mundo) y con la naturaleza. No aparece con recurrencia el ser humano, y cuando este se dibuja, es un manipulador en los espacios asociados a la química, pero no forma parte de su estudio. Además, las personas que trabajan en química se muestran como personajes muy elaborados, con características especiales y poco comunes. El lenguaje químico es percibido como un elemento importante, pero cuando se recurre a él para mostrar lo que es la química, se notan nociones vagas o incorrectas; además de encontrarse con recurrencia que se relaciona con el trabajo de experimentación. Las categorías “Cuerpo humano”, “Iconos/Iconemas” y “Naturaleza” actúan como complementos a la definición de la química desde las expresiones gráficas de los estudiantes. Del mismo modo, la categoría “Iconos/Iconemas” permite observar desde artefactos con implicaciones muy concretas en la definición del estudiante cuando desea expresar lo que cree que es la disciplina, hasta artefactos con im-

plicaciones muy abstractas, que permiten relacionar que este recurre a las sensaciones y sentimientos que esta le genera. Adicionalmente, se observa que puede haber ciertas tendencias en la escogencia de las carreras asociadas al sexo y a roles sociales.

Referencias

- Galagovsky, L.; Adúriz-Bravo, A. Problemas con el lenguaje científico en la escuela. Un análisis desde la observación de clases de ciencias naturales. *Enseñ. Cienc. Rev. Invest. Exp. Didact.* **1998**, *16*(2), 315-321.
- Meinardi, E.; Adúriz-Bravo, A.; Morales, L., & Bonán, L. El modelo de ciencia escolar. Una propuesta de la didáctica de las ciencias naturales para articular la normativa educacional y la realidad del aula. *Rev. enseñ. fis.* **2002**, *15*(1), 13-21.
- Olivera, A.; Mazzitelli, C.; Guirad, A. El conocimiento construido por los alumnos en las clases de Química. *Rev. electrón. enseñ. cienc.* **2015**, *14*(1), 77-94.
- Galagovsky, L.; Adúriz-Bravo, A. Modelos y analogías en la enseñanza de las ciencias naturales—El concepto de modelo didáctico analógico. *Enseñ. Cienc. Rev. Invest. Exp. Didact.* **2001**, *19*(2), 231-242.
- Galagovsky, L.; Di Giacomo, M.; Castelo, V. Modelos vs. dibujos: el caso de la enseñanza de las fuerzas intermoleculares. *Rev. electrón. enseñ. cienc.* **2009**, *8*(1), 1-21.
- Chambers, D. Stereotypic images of the scientist: The draw-a-scientist test. *Sci. Educ.* **1983**, *67*(2), 255-265. DOI: <http://dx.doi.org/10.1002/sce.3730670213>.
- Rodríguez Sala de Gomezgil, M. Mexican adolescents' image of the scientist. *Soc. Stud. Sci.* **1975**, *5*(3), 355-361.
- Farías, D.; Castelló, J.; Molina, M. Análisis del enfoque de historia y filosofía de la ciencia en libros de texto de química: el caso de la estructura atómica. *Enseñ. Cienc. Rev. Invest. Exp. Didact.* **2013**, *31*(1), 115-133.
- Perales- Palacios, F.; Vilchez-González, J. Iniciación a la investigación educativa con estudiantes de secundaria: el papel de las ilustraciones en los libros de texto de ciencias. *Enseñ. Cienc. Rev. Invest. Exp. Didact.* **2015**, *33*(1), 243-262.
- Islas, S.; Guridi, V. M. El quehacer científico versus el saber aúlico. *Investigación didáctica.* **1999**, *17*(2), 281-290.
- Dimopoulos, K.; Koulaidis, V.; Sklaveniti, S. Towards an analysis of visual images in school science textbooks and press articles about science and technology. *Res Sci Educ.* **2003**, *33*(2), 189-216.

12. Vetleseter, M.; Schreiner, C.; Henriksen, K. Review on theoretical perspectives for understanding young people's educational choices. Oslo: University of Oslo, 2010.
13. Lacolla, L.; Meneses V. J.; Valeiras, N. Reacciones químicas y representaciones sociales de los estudiantes. *Enseñ. Cienc. Rev. Invest. Exp. Didact.* **2014**, 32(2), 89-109.
14. Warfa, A.; Roehrig, G.; Scheneider, J.; Nyachwaya, J. Role of teacher-initiated discourses in student's development of representational fluency in chemistry: A case study. *J. Chem. Educ.* **2014**, 91(6), 784-792.
15. Oliviera, A. del C.; Mazzitelli, C.A.; Guirado, A.M. El conocimiento construido por los alumnos en las clases de química. *Rev. electrón. enseñ. cienc.* **2015**, 14(1), 77-94.
16. Compiani, M. Ideas previas y construcción de conocimiento en aula. *Enseñ. cienc. tierra.* **1998**, 6(2), 145-153.
17. Talanquer, V. El papel de las ideas previas en el aprendizaje de la química. *Alambique.* **2011**, 17(69), 35-41.
18. Pintó, R.; Aliberas i Maymí, J.; Gómez- Carrillo, R. Tres enfoques de la investigación sobre concepciones alternativas. *Enseñ. Cienc. Rev. Invest. Exp. Didact.* **1996**, 14, 221-232.
19. Campanario, J. M.; Otero, J. C. Más allá de las ideas previas como dificultades de aprendizaje. *Enseñ. Cienc. Rev. Invest. Exp. Didact.* **2000**, 18, 155-169.
20. Española, R. A. (2014). *Diccionario de la Lengua Española*. 23^a edición. Barcelona: España Libros. Disponible en: <http://lema.rae.es/drae/?val=naturaleza>. [Consultado el 21 de enero de 2015].
21. Caamaño, A.; Irazoque, G. La enseñanza y el aprendizaje de la terminología química: magnitudes y símbolos. *Educ. Quím.* **2009**, 3, 46-55.
22. Polino, C.; Chiappe, D. *Percepción de los jóvenes sobre la ciencia y la profesión científica*. Centro de Altos Estudios Universitarios-Organización de Estados Americanos-Observatorio de la Ciencia, La Tecnología y la Innovación: Buenos Aires, 2009.
23. Harding, S. *Ciencia y Feminismo*. Ediciones Morata, S.L.: Madrid, 1996.

Article citation:

Ruíz, D.; Palomeque, L. Una metodología para el estudio de las ideas previas sobre química a través del análisis de expresiones gráficas. *Rev. Colomb. Quím.* **2015**, 44(1), 36-45. DOI: <http://dx.doi.org/10.15446/rev.colomb.quim.v44n1.54044>